

Progettare sequenze di insegnamento-apprendimento per la formazione degli insegnanti delle scuole secondarie di primo grado in fisica classica

M. Tuveri, A. Steri, V. Fanti –
Università di Cagliari e INFN Cagliari

CooFIS08 – 2° meeting of CooFIS08

Napoli, 01/12/2023





Formare i
docenti di scuola
secondaria 1°
grado



Tanti ingredienti

Contenuto scientifico da insegnare e insegnato

Il target e la classe

Le risorse

La durata dell'attività

Strategie educative e di insegnamento/apprendimento

Il ruolo del/la docente e degli/le student/esse

L'organizzazione della classe

....

Framework

Socio-costruttivismo [Vygotski + Piaget]

Model of Educational Reconstruction (MER) [Kattmann et al; Duit et al; Marzari et al; ...]

Costruzione dei contenuti

Analisi del contenuto scientifico

Costruzione delle strategie e metodologie didattiche

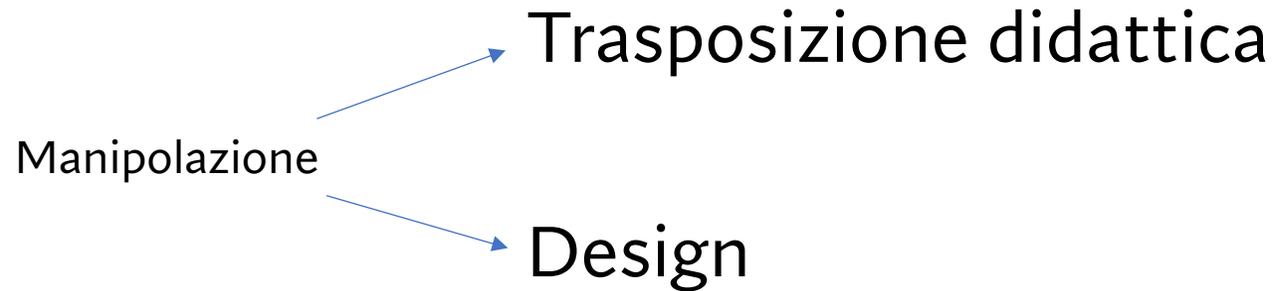
Analisi dei risultati scientifici in merito alle difficoltà concettuali e pratiche nell'apprendimento

Implementazione strategie e valutazione efficacia

Framework

Dalla conoscenza scientifica alla conoscenza «di tutt*»

[Tiberghien; Méheut, Psillos; Lijnse et al; ...]



Esigenze scolastiche

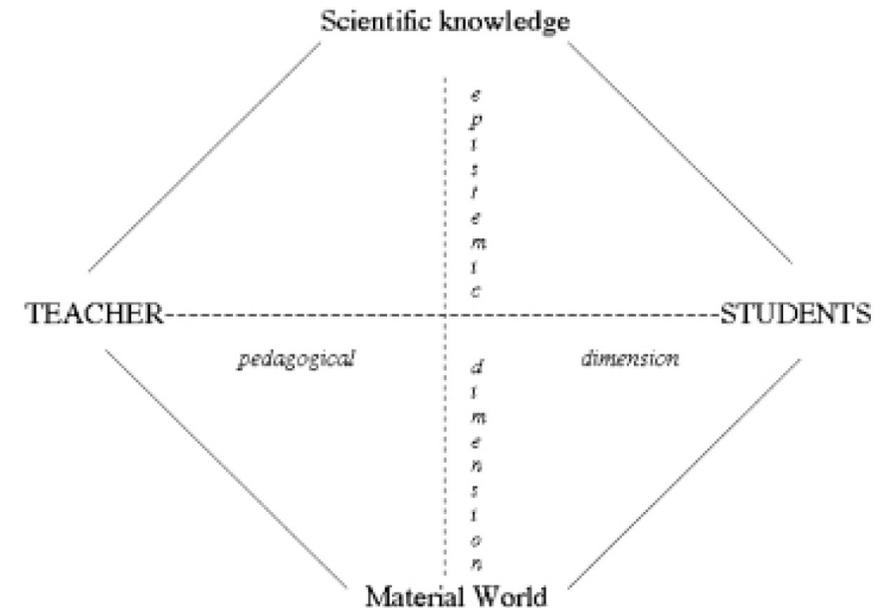


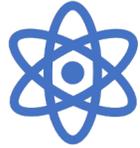
Figure 1. The didactical rhombus.

[Méheut, Psillos]

Obiettivi



«lo odio la
fisica» ?!



La fisica in
classe



Metodo



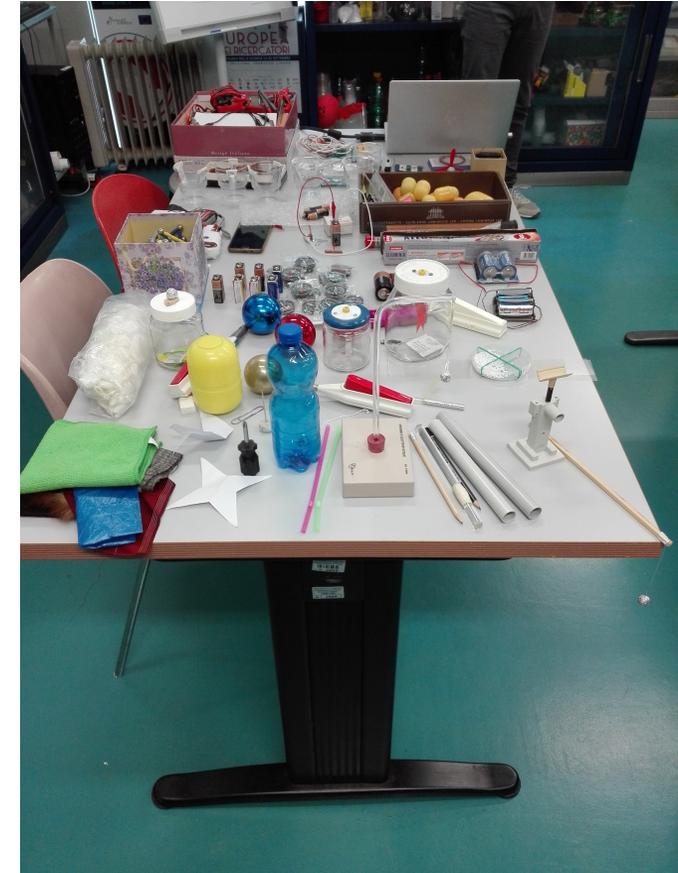
Cittadin* più
consapevoli



Linguaggio



Risorse



Strumenti giornalieri per
l'apprendimento della fisica
Dal corso «AggiornaMenti» a Cagliari

La valutazione? [Tiberghien; Méheuet, Psillos; Lijnse et al; ...]

**Progettare una sequenza di insegnamento-
apprendimento per la formazione insegnanti
della scuola secondaria di primo grado**

La nostra progettazione [Lijnse; Meheut, Psillos; ...]

Macro livello

Sequenza di insegnamento – apprendimento

Micro livello

«Teaching experiment» e cicli di apprendimento su brevi scale temporali

Approccio pedagogico

Inquiry (IBSE)

Apprendimento cooperativo

La sequenza di insegnamento - apprendimento

Concezioni → Esperimenti hands-on e minds-on (conflitto cognitivo)

Fenomeni → Teorie e modelli mentali vs «realtà»

Linguaggio naturale → Logica, variabili e relazioni

Qualitativo → Visualizzare la fisica, valutare, spiegare a parole

La sequenza di insegnamento – apprendimento

Ricercatore/trice (il/la docente in classe)

è una guida

presenta esperimenti reali

adatta gli esperimenti e il linguaggio alla classe e alle interazioni con essa

Processo di apprendimento «bottom-up» e **problem posing**

dalle conoscenze pregresse e i fenomeni giornalieri alla costruzione progressiva delle competenze (lavorando sulle concezioni)

Cura della «**scientificizzazione**» —————> vivere e vedere con occhi (e mente) scientifici

Cicli di apprendimento ispirati dai teaching experiments

[Engelhardt et al; Steffe et al]

Esplorazione

hands-on

Introduzione dei concetti

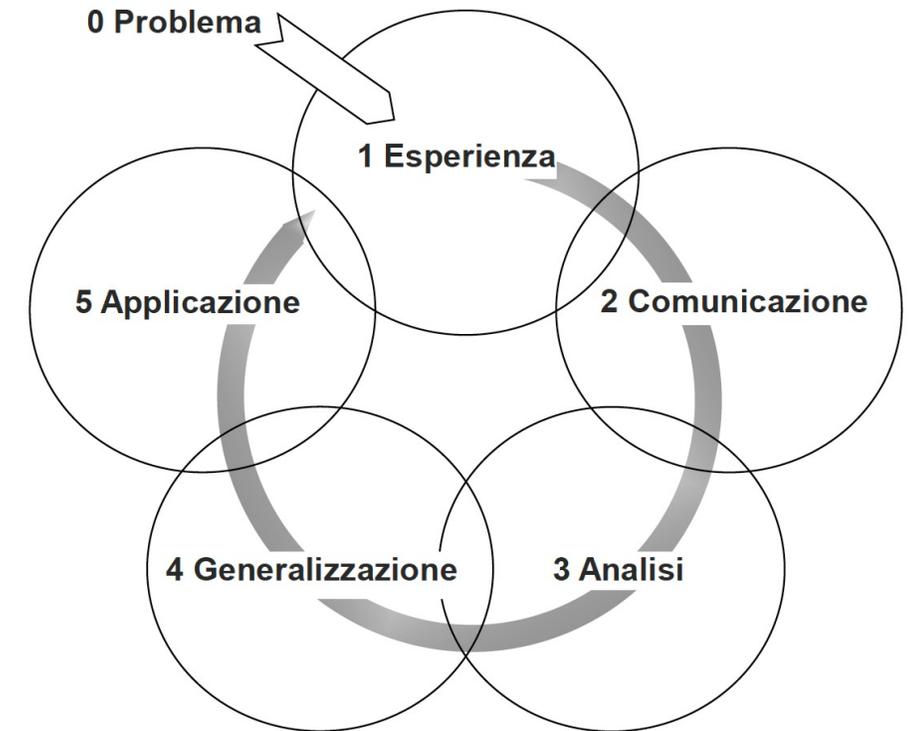
minds-on

Applicazione dei concetti

costruzione esperimenti “liberi” (simil problem aperti)

Le interazioni con i/le docenti e costruiscono l'attività successiva

I contenuti fisici passano attraverso degli “episodi” di insegnamento/apprendimento (teaching episode)



Pfeiffer J. W., Ballew A. (1988), *Using Structured Experiences in Human Resource Development*, San Diego, University Associates.

La struttura degli episodi

Concetto affrontato attraverso un esperimento reale (fenomeno giornaliero) eseguito con materiali casalinghi

Cosa ti aspetti che succeda? (Annotazione aspettative)

- Esperimento/fenomeno
- Confronto tra aspettative ed esperimento
- Descrizione dell'esperimento secondo il modello del/la docente e secondo la spiegazione del modello fisico
- Generalizzazione

Predirre, osservare, spiegare

In linea con le buone pratiche del MER!

ENGAGEMENT

Introduzione, **coinvolgimento**, riflessione su conoscenze pregresse

EXPLORATION

Esplorazione attiva, concreta esperienza di apprendimento

EXPLANATION

Descrizione guidata dell'esperienza del discente con successive investigazione delle questioni emerse

ELABORATION

Applicazione delle nuove conoscenze e **creazione** di nuovi esperimenti

EVALUATION

Valutazione formale o non formale (portfolio, osservazione diretta, performance-based assessment)

Strumento di design e materiale didattico: griglia

[Steffe e al; Tiberghien et al.]

	Macro struttura	
	Contenuto	
Conoscenze pregresse	Conoscenze e competenze da acquistare	Concezioni

	Microstruttura	
	Task	
Materiali	Obiettivi	Ciclo

Teaching experiment	Teaching episodes	Learning cycle phase	Required Knowledge and skills	
Mechanics	Falling objects	Exploration phase		
		Concept introduction		
		Concept application		
	Forces	Exploration phase		
		Concept introduction		
		Concept application		
	Mass vs Weight	Exploration phase		
		Concept introduction		
		Concept application		
	Inclined plane	Exploration phase		
		Concept introduction		
		Concept application		

No uso di formule

Analisi qualitativa

Implementazione del linguaggio naturale che ricostruisce il ragionamento logico matematico

Esercizio di traduzione da linguaggio naturale a linguaggio matematico

Validazione della sequenza

- 1) Gli insegnanti ripetono gli esperimenti in classe?
- 2) La sequenza può essere usata anche da altri/e docenti che non hanno seguito uno specifico percorso di formazione?
- 3) Gli/Le student/esse apprezzano l'approccio (sono più motivate* e coinvolt*?)
- 4) L'apprendimento migliora con questo approccio?
- 5) Test sull'apprendimento e questionari finali

Applicazioni: meccanica

Contesto didattico:

corso di formazione per docenti scuola secondaria di primo grado delle scuole sarde
(Aggiornamenti INFN Cagliari)

Dove: Dipartimento di Fisica Unica

Quando: Ottobre

Durata: 3 ore

Campione

Classe: 14 docenti (scienze biologiche, chimiche, geologia, scienze naturali)

Anno: 2021/2022 – 2022/2023 - 2023/2024

8+1 incontri su fisica classica

L'ultimo incontro è di restituzione (i docenti devono adottare la metodologia in classe almeno una volta)

Caduta dei corpi e forza di gravità

Se prendiamo una busta di sale e una piuma, e li lasciamo cadere nello stesso momento...

...chi arriva prima a terra?



Perché?

Se prendiamo due oggetti della stessa forma e dimensione, e le lasciamo cadere nello stesso momento:

Chi arriva prima a terra?



Concetti e concezioni



Forza

Dal dialogo con i/le docenti:

Forza di un corpo (docenti) vs Forza su un corpo (fisica)

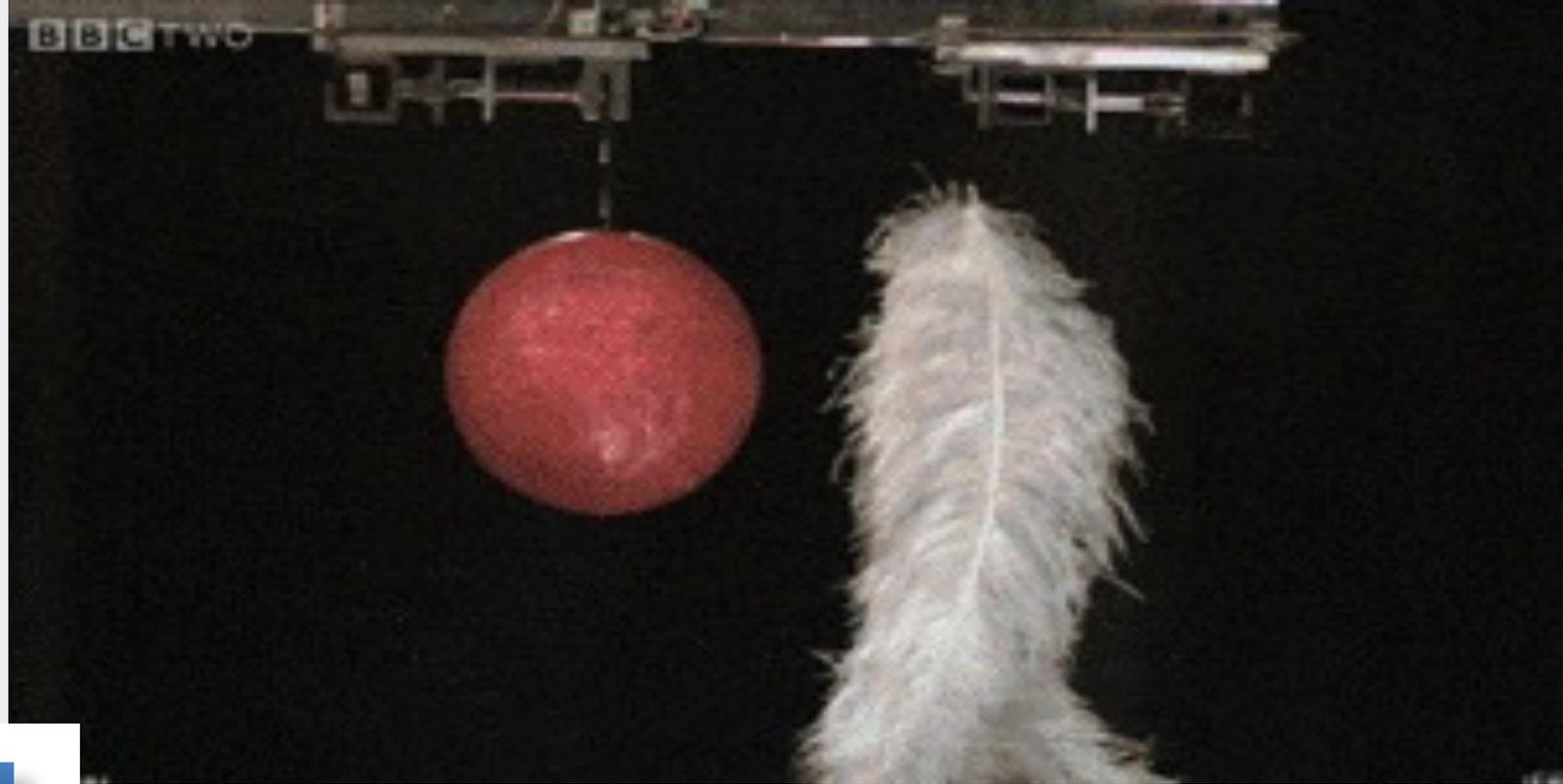
Inerzia (conoscenza della definizione ma non lo riescono ad applicare)

Scambio causa con effetto: c'è prima il moto e poi la forza

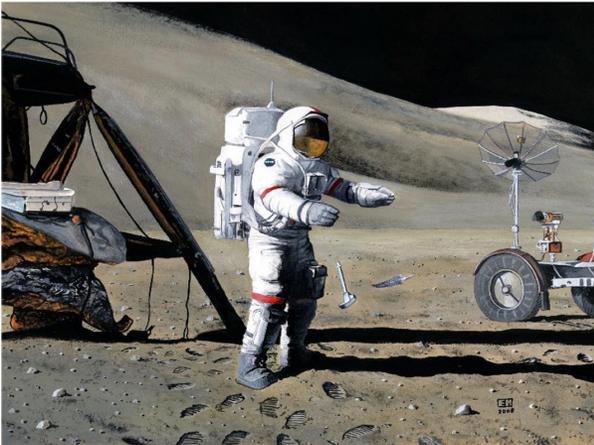
Forza di gravità e forza peso sono differenti

accelerazione di gravità = forza di gravità

Attrito si o no?



Esperimento riprodotto dall'astronauta David Scott durante la missione Apollo 15 sulla Luna nel 1971



<https://www.youtube.com/watch?v=xF8hEUKjauY>

Esperimenti reali

Caduta di due fogli di carta

Caduta degli stessi fogli di carta di cui uno accartocciato

Su piccole scale: chi arriva prima?



Il ruolo dell'accelerazione e il moto dei corpi in seguito alle forze

Risposta: quello più «pesante»

I corpi arrivano insieme (per piccole distanze e tempi) perché cadono con la stessa accelerazione

Importante nodo concettuale: principio di equivalenza

Massa vs Peso

Definizione chimica di massa presa dai libri e nessun «feeling» sul significato fisico di massa inerziale

Esperimento con phon e camion con differente massa per comprendere qualitativamente il concetto di massa inerziale come resistenza al moto

Che cos'è la massa di un corpo?

Come possiamo misurare la massa dei seguenti corpi?



Piano inclinato: problema aperto

Breve introduzione storica sul lavoro di Galileo e lo studio dei corpi «rallentato» attraverso il piano inclinato.

Materiale sui banchi per costruire il loro piano inclinato e esplorare liberamente i fenomeni.

Ricercatore/trice tutor: Data la premessa (stessa fenomenologia), cosa vi aspettate che succeda?

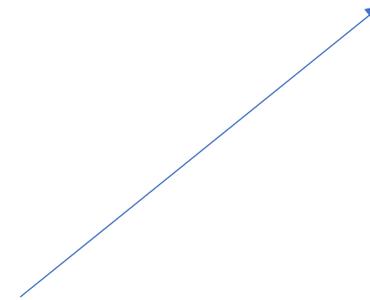
Quali fenomeni potete esplorare con il vostro piano inclinato?

Cosa succede se cambio l'angolo di inclinazione del piano o la rampa diventa più lunga?

Ulteriore attività: moto parabolico e gittata e misura della distanza e del tempo di caduta (slowmotion)



Ricostruzione «fai da te» del piano inclinato di Galileo



Valutazione qualitativa: problematiche

- Il programma e i libri di testo
- Hanno paura che gioco = perdita di tempo
- Carenza di tempo per la sperimentazione
- Paura di non saper rispondere alle domande degli studenti
- Paura che gli studenti si facciano male nel fare attività pratiche
- Presentano le stesse concezioni dei loro studenti e la ricerca di algoritmi e meccanismi di ragionamento lineare e con difficoltà vogliono cambiare metodo (seppur riconoscono l'importanza di apprenderlo)
- Linguaggio: difficoltà a usare rappresentazioni multiple e rifugio nella matematica quando non si riesce a spiegare a parole

Valutazione qualitativa: benefit

- I docenti replicano più di una esperienza in classe (oltre quella richiesta)
- Riportano l'entusiasmo degli studenti e la crescente curiosità verso la fisica
- L'approccio pratico è molto apprezzato dai docenti e dagli studenti
- Imparano un nuovo metodo che li porta al conflitto cognitivo e a comprendere le variabili e le loro relazioni
- Misurano un cambiamento semantico in loro e nei loro studenti

Conclusioni

Strumento di formazione inquadrato secondo le linee di ricerca in didattica della fisica

Fornisce uno strumento metodologico e del materiale come richiesto dai docenti

Per il futuro

Implementazioni strumenti quantitativi

Applicazione della metodologia su altri contenuti per la scuola secondaria di primo grado (acustica: già fatto) e secondaria (gravità: con ricostruzioni storiche, in corso) e altri target (formazione primaria: fatto con alcune varianti)

Gràtzias a bosatrus po s'atenzioni

Grazie per la vostra attenzione

Pillole di bibliografia «storica»

- [1] Paula V. Engelhardt, Edgar G. Corpuz, Darryl J. Ozimek, and N. Sanjay Rebello, The Teaching Experiment – What it is and what it isn't
- [2] Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In R. Lesh & A. E. Kelly (Eds.), *Research design in mathematics and science education* (pp. 267-307). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- [3] Nguyen Thi Thanh and Ngo Thi Thuy Duong 2021 *J. Phys.: Conf. Ser.* 1835 012056
- [4] Michael Komorek & Reinders Duit (2004) The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems, *International Journal of Science Education*, 26:5, 619-633, DOI: 10.1080/09500690310001614717
- [5] Piet Lijnse (2004) Didactical structures as an outcome of research on teaching–learning sequences?, *International Journal of Science Education*, 26:5, 537-554, DOI: 10.1080/09500690310001614753
- [6] Onofrio Rosario Battaglia *, Aurelio Agliolo Gallitto , Giulia Termini and Claudio Fazio * Outcomes of a Teaching Learning Sequence on Modelling Surface Phenomena in *Liquid Educ. Sci.* 2023, 13, 425. <https://doi.org/10.3390/educsci13040425>
- [7] Andree Tiberghien, Jacques Vince, Pierre Gaidioz. Design-based research: case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, Taylor & Francis (Routledge), 2009, 31 (17), pp.2275-2314. <10.1080/09500690902874894>. <hal-00529922>
- [8] Christian Buty, Andrée Tiberghien & Jean-François Le Maréchal (2004) Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching–learning sequences, *International Journal of Science Education*, 26:5, 579-604, DOI: 10.1080/09500690310001614735
- [9] Marzari, A.; Di Mauro, M.; Rosi, T.; Onorato, P.; Malgieri, M. Investigating the Principle of Relativity and the Principle of Equivalence in Classical Mechanics: Design and Evaluation of a Teaching–Learning Sequence Based on Experiments and Simulations. *Educ. Sci.* 2023, 13, 712. <https://doi.org/10.3390/educsci13070712>
- [10] Tiberghien, Andrée, Christian Buty, and Jean-François Le Maréchal. "Physics teaching sequences and students' learning." *Science and Technology Education at cross roads: meeting the challenges of the 21st century. The second Conference of EDIFE and the Second IOSTE Symposium in Southern Europe*. 2005.
- [11] Martine M'ehout, Dimitris Psillos, Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research, *INT. J. SCI. EDUC.*, 16 APRIL 2004, VOL. 26, NO. 5, 515–535